

F4

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-324440

(P2001-324440A)

(43) 公開日 平成13年11月22日 (2001. 11. 22)

(51) Int.Cl.⁷

G 0 1 N 13/14

識別記号

F I

G 0 1 N 13/14

テーマコード(参考)

A

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-141833(P2000-141833)

(22) 出願日 平成12年 5 月15日 (2000. 5. 15)

(71) 出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号

(72) 発明者 小藤 毅

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番 2 号 オリ

ンパス光学工業株式会社内

(74) 代理人 100058479

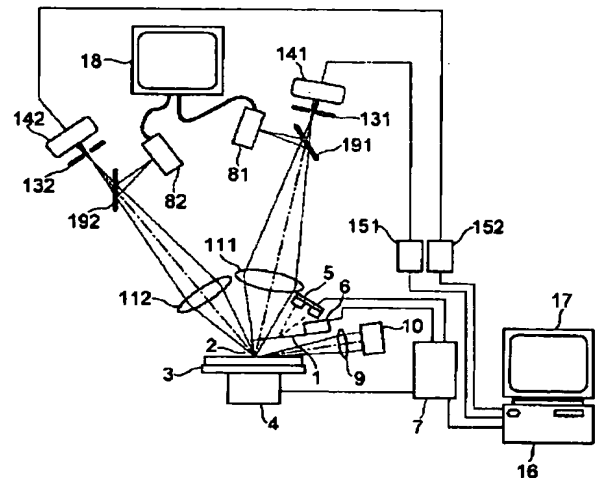
弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

(54) 【発明の名称】 走査型近接場光学顕微鏡

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、比較的小さな開口数を持つ集光レンズを使用していても大きな角度で広がる散乱光を率よく検出することができるようにした走査型近接場光学顕微鏡を提供するを提供する。

【解決手段】 本発明の一態様によると、試料に光を照射する手段と、試料にプローブを近接させ走査する走査手段と、照射により発生した散乱光を集光するもので、それぞれ、異なる光軸を持った複数の集光光学系と、前記複数の集光光学系にそれぞれ設けられた複数の散乱光検出機構とを有することを特徴とする走査型近接場光学顕微鏡が提供される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 試料に光を照射する手段と、
試料にプローブを近接させ走査する走査手段と、
照射により発生した散乱光を集光するもので、それぞ
れ、異なる光軸を持った複数の集光光学系と、
前記複数の集光光学系にそれぞれ設けられた複数の散乱
光検出機構と、
を有することを特徴とする走査型近接場光学顕微鏡。

【請求項 2】 前記複数の集光光学系はさらに観察手段
を有していることを特徴とする請求項 1 に記載の走査型
近接場光学顕微鏡。

【請求項 3】 前記複数の散乱光検出機構と前記観察手
段を切り替える機構を設けたことを特徴とする請求項 2
に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は走査型近接場光学顕
微鏡に係り、特に、試料に近接したプローブを試料に対
して相対的に走査し、プローブ先端と近傍にある試料に
光を照射し、その散乱光を検出することによって試料の
光学的特性を測定する測定装置としての走査型近接場光
学顕微鏡に関する。

【0002】

【従来の技術】回折限界により分解能が制約される光学
顕微鏡に比べ、光の波長より小さい径の開口を先端部に
持つプローブ、もしくは光の波長より小さい曲率を持つ
先鋭化された無開口の先端部を持つプローブを試料近傍
にて試料と相対的に走査させて試料の微小領域の光学情
報を測定する走査型近接場光学顕微鏡（以降、SNO
M: Scanning Near-Field Opt
ical Microscope と表記）は、前述の開
口径もしくは先端部曲率半径（～数 10 nm）程度の分
解能まで得られるため、今後が期待されている。

【0003】このような SNOM は、プローブの種類に
よって分けることができるが、大きく分けると、上述し
たように開口を持つ開口型と、無開口の散乱型とに分け
られる。

【0004】その違いは、開口型は開口を通して光を試
料に照射したり、試料からの光を開口を通して検出して
試料の光学情報を得ようになっているのに対し、散乱
型は外部からの入射光により試料表面に生ずる局所電場
を、先鋭化したプローブ先端にて散乱させ、その散乱光
を検出することによって試料の光学情報を得ようにな
っている点にある。

【0005】これらのタイプの内、開口型の開口を通し
て試料からの光を検出するタイプ以外は、プローブ先端
を近接させた試料に、何らかの手段で光を照射したとき
に発生する散乱光をレンズ等を用いた通常の光学系で構
成された集光光学系にて集光するようになっている。

【0006】この散乱光は、試料の材質や微細な表面形

状によってある種のパターンをとって広がって行くが、
一般にその広がり角は大きいので、通常、集光光学系に
は光学顕微鏡の対物レンズなどの、比較的大きく広がる
光まで取り込めるものを集光レンズとして使用すること
が行われている。

【0007】また、光学顕微鏡の対物レンズを集光レン
ズとして使用する利点は、光路を分岐させて撮像素子を
置くことにより、測定その他、試料位置調整や確認等のた
めの観察も行うことも比較的に容易にできるということ
にもある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上の
ような、通常の光学系を用いてプローブ近傍からの散乱
光を検出する SNOM には、以下のような問題がある。

【0009】すなわち、集光レンズとして用いる対物レ
ンズは、プローブやプローブの制御装置の存在のため、
対物レンズと試料までの距離が比較的大きい、いわゆる
動作距離の長いものを使用しなくてはならなっている。

【0010】開口数の大きな、大きな広がり角の散乱を
取り込む集光効率の高い対物レンズは、一般に、動作距
離が短いために使用するのが難しく、比較的に小さな開
口数をもつ対物レンズで検出することになってしまう。

【0011】また、プローブやプローブの制御装置が改
善され、使用する対物レンズへの制約が無くなったとし
も、大気中に置いて観察する対物レンズは、散乱光の広
がり角は、せいぜい $120 \sim 140^\circ$ の頂角を持った円
錐の範囲程度をカバーするものであり、それ以上の角度
で広がる光を捉えることはできない。

【0012】さらに、プローブ先端を近接させた試料へ
光を入射させるときの入射角は、いろいろな条件によっ
て変える場合があり、それに伴い散乱光の内、上述の対
物レンズで捉えることができる範囲を超えた部分に、そ
の光量の大部分が広がる可能性もある。

【0013】また、「光学の原理」(Born, Wol
f: 東海大学出版)などに解説されているように、試料
として単純な微小球物質を考えた場合でも、材質や大き
さをパラメータとして、散乱光強度が特定方向へ極大値
を持ったり、特定方向にて 1 方向の偏光成分しか持たな
かったりする。

【0014】このことから判るように、試料近くに置い
たプローブ先端近傍からの散乱光はプローブ、試料の形
状や光学的特性によりその散乱光の強度や偏光成分が方
向によって異なっている。

【0015】従って、複数の特定方向への散乱光を測定
することによって試料の特性の差異をみることができ
るが、現状の技術では実現が難しい。

【0016】本発明は、上記の欠点を改善することを課
題としているものである。

【0017】すなわち、本発明は、上記の事情に鑑みて
なされたもので、前記の問題を解決するために、大きな

角度で広がる散乱光に対しても対応できるように、集光光学系に十分な開口数を取るため、複数の集光光学系として複数の集光レンズを用いることによって合成開口的に開口数を大きくする構成をとるとともに、複数の集光レンズのそれぞれに複数の散乱光検出機構を接続し、これらの検出機構からの出力を合成した出力をいることによって、比較的小さな開口数を持つ集光レンズを使用し、10 ても大きな角度で広がる散乱光を率よく検出することができるようにした走査型近接場光学顕微鏡を提供することを目的とする。

【0018】また、複数の集光レンズによって得られた信号を別個に出力させるようにしておき、集光レンズのそれぞれを特定方向に光軸を向けて設置することによって、試料の差異による散乱光のピーク方向の変化を測定することも可能となるようにした走査型近接場光学顕微鏡を提供することを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明によると、上記課題を解決するために、(1) 試料に光を照射する手段と、試料にプローブを近接させ走査する走査手段と、照射により発生した散乱光を集光するもので、それぞれ、異なる光軸を持った複数の集光光学系と、前記複数の集光光学系にそれぞれ設けられた複数の散乱光検出機構と、を有することを特徴とする走査型近接場光学顕微鏡が提供される。

【0020】また、本発明によると、上記課題を解決するために、(2) 前記複数の集光光学系はさらに観察手段を有していることを特徴とする(1)に記載の走査型近接場光学顕微鏡が提供される。

【0021】また、本発明によると、上記課題を解決するために、(3) 前記複数の散乱光検出機構と前記観察手段を切り替える機構を設けたことを特徴とする(2)に記載の走査型近接場光学顕微鏡が提供される。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明についての特色を説明しながら、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明するものとする。

【0023】尚、各図面の説明において同一の符号で用いられたものは同等の機能を持つ要素であることを表している。

【0024】以下、実施の形態を挙げながら説明する。

【0025】(第1の実施の形態)図1は、本発明の第1実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡についての構成を示している。

【0026】まず、この第1実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡の構成およびその動作を説明する。

【0027】ここでは、散乱型のSNOMについて説明するものとする。

【0028】この第1実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡では、プローブ先端2の位置制御に、光てこの

原理を用いたプローブ位置検出器5を用いている。

【0029】このプローブ位置検出器5によって、プローブ先端2の変位の検出を行い、その検出信号をもとに、コントローラ7により、アクチュエータ4を試料3の面に垂直な方向に動作させ、プローブ先端2と試料3表面が十分に近い一定距離の間隔を保つように制御を行っている。

【0030】この場合、加振器6により、プローブを上下に振動させておき、プローブ先端2の振幅が試料2の表面との距離で変化することによって間隔制御を行うこともできる。

【0031】走査には、コントローラ7により、アクチュエータ4を作動させて試料3の表面に略平行方向にラスタ走査を行う方式を用いている。

【0032】アクチュエータ4は、例えば、ピエゾ素子でできており、コントローラにより、入力電圧を変化させることによって試料3をX-Y-Zの各方向に動かせるようになっている。

【0033】プローブ先端2への光の照射は、レーザー光等の光源10からの光を入射光学系9によって照射させることによって行う。

【0034】この光の照射により起きるプローブ先端2近傍からの散乱光を、集光レンズ111を用いて集光させる。

【0035】散乱光の集光位置にピンホール131を置くことによって、プローブ先端2近傍以外からの光をカットし、周囲からの光ノイズを減らしている。

【0036】ピンホール131を通過した光は、光電変換素子141によって電気信号に変換される。

【0037】この電気信号は、増幅器151によって増幅されるとともに、コンピュータ16で処理されたのち、測定結果としてモニタ17に表示される。

【0038】試料3に材質の異なる物質が混ざっていたりした場合には、散乱光量等に変動が生ずるので、プローブ先端2径のオーダーにて、その存在を表示することができる。

【0039】本実施の形態では、プローブ近傍2からの散乱光を検出するのに、複数の集光レンズ111、112を用い、それぞれ、光電変換素子141、142、増幅器151、152によって電気信号となった出力をコンピュータ16にて処理した後、モニタ17上に画像化して表示する。

【0040】各集光レンズ111、112による検出信号は、別個に表示させることも、幾つかの出力を合わせて表示させることもできる。

【0041】集光レンズ111単体では、開口数が小さく、集光効率を大きくする必要があるれば2つの集光レンズ111、112のそれぞれで検出された信号を合計して出力するようにする。

【0042】また、試料3の形状や材質の変化等によっ

て散乱光強度パターンが変化し、その極大値をと方向が変わるような場合には、2つの集光レンズ111、112の検出信号を別々に表示、あるいは、その信号の差や比を表示させることによって、検出ができるようになる。

【0043】尚、集光レンズ111、112を位置合わせなどの試料観察にも利用し、ハーフミラー191、192により光路を分岐させて撮像素子81、82を置くことによって観察用モニタ18で観察することができるようになっている。

【0044】この場合、ハーフミラー191、192の代わりに可動式のミラーを置き、その切換えによって光電変換素子と撮像素子とを排他的に利用させるようにもすることができる。

【0045】そして、ハーフミラー191、192による同時利用では、試料の観察を行いながら測定が可能となる。

【0046】また、光電変換素子と撮像素子との排他利用では、試料の観察と測定とを同時には行うことができないが、ハーフミラー等で光量を2分しないため、測定光量のロスが少なく、散乱光量が小さいときなどに有効である。

【0047】(第2の実施の形態)図2は、本発明の第2実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡についての構成を示している。

【0048】次に、この第2実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡の構成およびその動作を説明する。

【0049】ここでは、散乱型のSNOMについて説明するものとする。

【0050】この第2実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡は、集光光学系の光軸の傾きを可変にしたものである。

【0051】集光レンズ112は、プローブ先端2位置を中心に回転できるようになっており、試料や測定目的などによって、その傾きを変えるようになっている。

【0052】本実施の形態では、集光レンズ111、112で集光された光は、光ファイバ201、202を使って離れた場所に設置してある光電変換素子141、142に入射するようになっている。

【0053】この際、光ファイバ201、202のコア径の大きさが、ピンホール131、132の役目をたしている。

【0054】光電変換素子141、142を集光レンズ111、112から離して置いたことにより、一体化した場合にくらべ、傾きを変えるための回転機構の構造や占有スペースの面で有利にすることができる。

【0055】集光レンズ111、112から光ファイバ201、202で光電変換素子141、142を離れたことによって、光ファイバ201、202と光電変換素子141、142の間に分光器などの寸法、重量共に大

きい装置を置くことも可能となる。

【0056】集光光学系111、112の傾きが変わるため、測定前のプローブ1のセッティングのときなどに傾きを変えて使用することもできる。

【0057】SNOMにおいては、プローブ先端2での光散乱の状態は、測定のS/Nや分解能に関係する重要なポイントであるので、1方向からの観察では良く判らないことが多い。

【0058】本実施の形態のように、1つの集光レンズ111の光軸が垂直だったときに、もう1つの集光レンズ112の光軸の傾きを水平に近い角度にし、プローブ先端2近傍を2方向から観察することによって、プローブ先端2近傍での散乱具合を水平方向と垂直方向から確かめられ、この結果からプローブ1の良否を判断することが容易となる。

【0059】もちろん、プローブ先端2の観察用を目的として、観察機構のみを接続して集光レンズを置くということもできる。

【0060】プローブ先端2を観察するには、その寸法からいって、集光レンズ111、112の光学的分解能が1μm以下でないとはっきりとはわかりにくい。

【0061】観察に使用する波長は0.5μm程度と考えると、レイリーの分解能の式から、集光レンズ111、112の開口数は0.3以上でないと、この目的には適さないことが判る。

【0062】(第3の実施の形態)図3は、本発明の第3実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡についての構成を示している。

【0063】つぎに、この第3実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡の構成およびその動作を説明する。

【0064】ここでは、散乱型のSNOMについて説明するものとする。

【0065】この第3実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡は、複数の波長成分を持つ光源10からの光を試料3へ照射し、プローブ先端2近傍からの散乱光を検出するものである。

【0066】これは、例えば、試料3の特性をみるため、可視光と赤外光とを同時に使って測定する際などに使用する。

【0067】複数の光を使用する際、光の波長が大きく異なると、散乱光の散乱パターンの変化も大きく、散乱方向による光強度のピークもずれる。

【0068】そこで、各波長毎に集光効率の最も効率の高い方向に、それぞれの集光レンズ111、112の光軸をあわせることによって効率の良い測定を行うことができる。

【0069】集光レンズ111、112によって集光された光は、波長フィルタ211、212を通して測光する波長が選択される。

【0070】もちろん、一つの波長に対して複数の集光

レンズを用いて実質的な集光光学系の開口数を大きくすることもできる。

【0071】また、波長フィルタ 211、212 に代えて、偏光板を入れることによって、散乱光の内、特定方向の光成分を測定することもできる。

【0072】以上、この発明について説明した第 1 乃至第 3 の実施の形態の各構成は、各種の変形、変更が可能である。

【0073】例えば、集光レンズの本数は 2 本に限定されるものではなく、利用目的によって増やすことができる。

【0074】また、各実施の形態では、散乱型のプローブを使用し、光てこ方式によるプローブ位置制御の例で説明したが、プローブの位置制御に光干渉などの他のセンサを使用することでも、プローブを開口型のものにしても、本質的に変わらず同じ効果が得られる。

【0075】そして、上述したような実施の形態で示した本明細書には、特許請求の範囲に示した請求項 1 乃至 3 以外にも、以下に付記 1 乃至付記 7 として示すような発明が含まれている。

【0076】(付記 1) 少なくとも 1 つの集光光学系の光軸の傾きが可変であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

【0077】(付記 2) 複数の波長を持つ光を試料に照射すること特徴とする請求項 1 乃至 3、および付記 1 に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

【0078】(付記 3) 少なくとも、1 つの集光光学系の開口数が 0.3 以上であることを特徴とした請求項 1 ないし 3、および付記 1 と付記 2 に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

【0079】(付記 4) プローブと、前記プローブの先端を試料に近接して配置する機構と、前記試料の表面と略平行方向に前記試料を走査させる機構と、前記試料と前記プローブの先端の距離を制御する機構と、光源と、前記光源からの光を前記プローブの先端を近接させた前記試料の一部分に照射する照射機構と、前記照射機構からの照射により生じた散乱光を集光する集光光学系と、前記プローブの先端近傍からの光のみを検出するようにした検出機構と、前記検出機構により検出した信号を画像化する機構と、前記試料を観察する観察機構とを持つ、いわゆる走査型近接場光学顕微鏡であって、前記集光光学系は、互いに、相異なる光軸を持った複数の集光光学系を持ち、それぞれの集光光学系は、前記検出機構もしくは前記観察機構の少なくとも一方に接続されていることを特徴とした走査型近接場光学顕微鏡。

【0080】(付記 5) 少なくとも 1 つの集光光学系の光軸の傾きは可変であることを特徴とした付記 4 に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

【0081】(付記 6) 前記試料へ照射する光の波長を複数使用可能としたことを特徴とした付記 4 またはに

記載の走査型近接場光学顕微鏡。

【0082】(付記 7) 少なくとも 1 つの集光光学系の開口数は 0.3 以上であることを特徴とした付記 4 乃至 6 に記載の走査型近接場光学顕微鏡。

【0083】

【発明の効果】従って、以上説明したように、本発明によれば、大きな角度で広がる散乱光に対しても対応できるように、集光光学系に十分な開口数を取るため、複数の集光光学系として複数の集光レンズを用いることによって合成開口的に開口数を大きくする構成をとるとともに、複数の集光レンズのそれぞれに複数の散乱光検出機構を接続し、これらの検出機構からの出力を合成した出力をいることによって、比較的小さな開口数を持つ集光レンズを使用していても大きな角度で広がる散乱光を率よく検出することができるようにした走査型近接場光学顕微鏡を提供することができる。

【0084】また、本発明によれば、複数の集光レンズによって得られた信号を別個に出力させるようにしておき、集光レンズのそれぞれを特定方向に光軸を向けて設置することによって、試料の差異による散乱光のピーク方向の変化を測定することも可能となるようにした走査型近接場光学顕微鏡を提供することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は、本発明の第 1 実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡についての構成を示す図である。

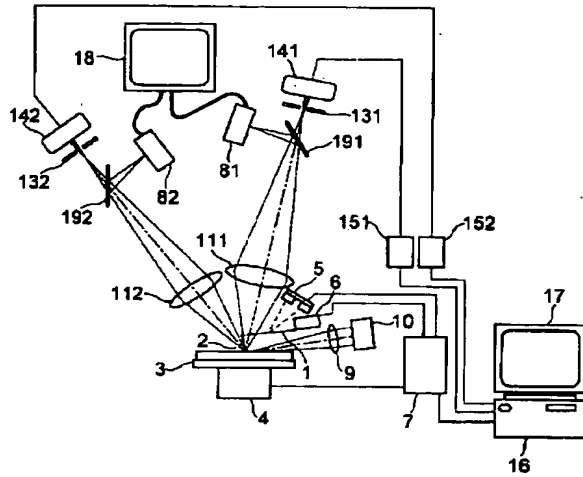
【図 2】図 2 は、本発明の第 2 実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡についての構成を示す図である。

【図 3】図 3 は、本発明の第 3 実施の形態による走査型近接場光学顕微鏡についての構成を示す図である。

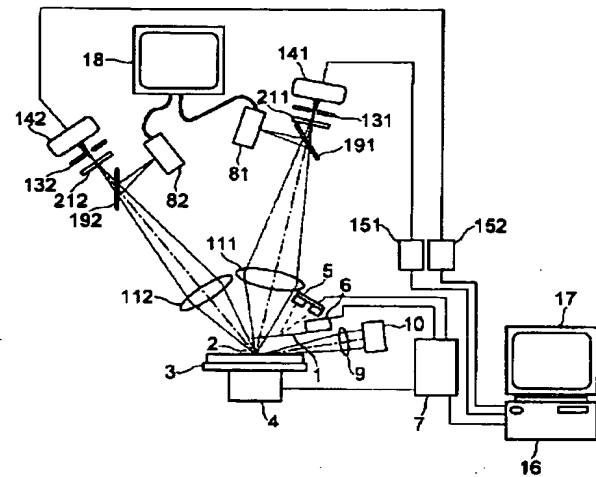
【符号の説明】

- 1…プローブ、
- 2…プローブ先端、
- 3…試料、
- 4…アクチュエータ、
- 5…プローブ位置検出器、
- 6…加振器、
- 7…コントローラ、
- 9…入射光学系、
- 10…光源、
- 111、112…集光レンズ、
- 131…ピンホール、
- 141、142…光電変換素子、
- 151、152…増幅器、
- 16…コンピュータ、
- 17…モニタ、
- 18…観察用モニタ、
- 191、192…ハーフミラー、
- 81、82…撮像素子、
- 201、202…光ファイバ、
- 212、212…波長フィルタ。

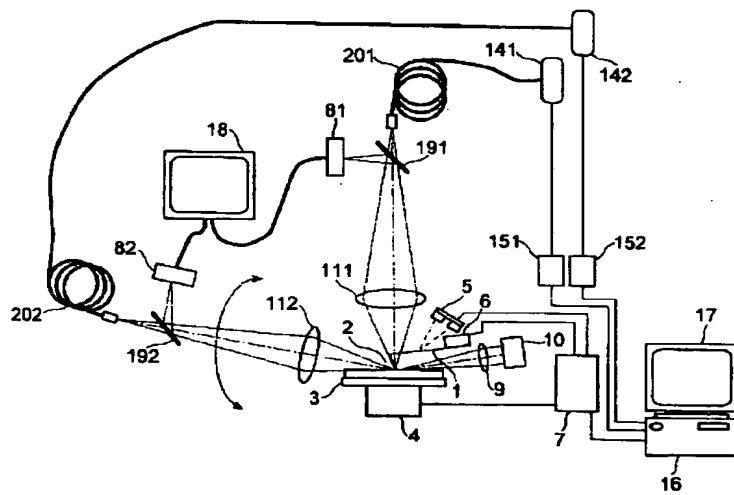
【図 1】



【図 3】



【図 2】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-324440

(43)Date of publication of application : 22.11.2001

(51)Int.Cl.

G01N 13/14

(21)Application number : 2000-141833

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 15.05.2000

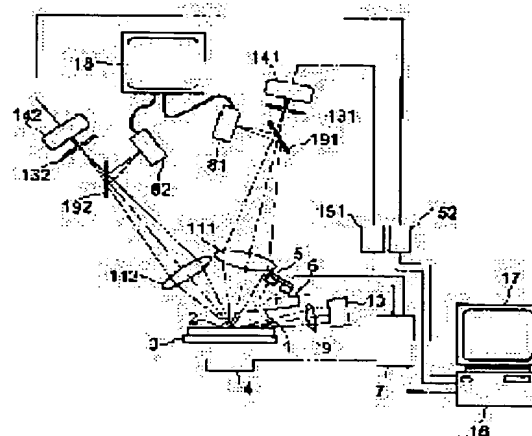
(72)Inventor : ONADA TAKESHI

(54) SCANNING NEAR-FIELD OPTICAL MICROSCOPE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a scanning near-field optical microscope which can efficiently detect a scattering light spreading with a large angle, even if using a condenser lens of a relatively small numerical aperture.

SOLUTION: This scanning near-field optical microscope according to one embodiment includes means for illuminating a sample with light, scanning means for bringing a probe close to the sample and scanning the sample, a plurality of collecting optical systems with different optical axes for collecting the scattering light generated by the illumination, and a plurality of scattering light- detecting mechanisms set respectively the plurality of the collecting optical systems.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

*** NOTICES ***

JPO and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The scanning contiguity field optical microscope which condenses a means to irradiate light at a sample, a scan means to make a probe approach a sample and to scan, and the scattered light generated by exposure, and is characterized by having two or more condensing optical system with a different optical axis, and two or more scattered-light detection devices prepared in said two or more condensing optical system, respectively, respectively.

[Claim 2] Said two or more condensing optical system is scanning contiguity field optical microscopes according to claim 1 characterized by having the observation means further.

[Claim 3] The scanning contiguity field optical microscope according to claim 2 characterized by establishing said two or more scattered-light detection devices and the device which changes said observation means.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention] This invention relates to a scanning contiguity field optical microscope, scans relatively the probe which approached the sample especially to a sample, irradiates light at the sample in the end of the probe and near, and relates to the scanning contiguity field optical microscope as a measuring device which measures the optical property of a sample by detecting the scattered light.

[0002]

[Description of the Prior Art] The probe which has opening of a path smaller than the wavelength of light in a point compared with the optical microscope with which resolution is restrained by the diffraction limitation, Or the scanning contiguity field optical microscope which is made to scan relatively [sample] a probe with the point with curvature smaller than the wavelength of light of the radicalized imperforation near the sample, and measures the optical information of the minute field of a sample (henceforth) SNOM:Scanning Near-Field Optical Since Microscope and a notation are obtained to the above-mentioned diameter of opening, or the resolution of point radius-of-curvature (10nm of numbers [-]) extent, future is expected.

[0003] Although such SNOM can be divided according to the class of probe, if it roughly divides, it will be divided into the opening mold which has opening as mentioned above, and the dispersion mold of the imperforation.

[0004] Light is irradiated at a sample, or the local field which produce a dispersion mold on a sample front face by the incident light from the outside to the difference detecting the light from a sample through opening through opening, and acquiring the optical information of a sample, as for an opening mold are scattered in the radicalized end of the probe, and it is in the point of acquiring the optical information of a sample, by detecting the scattered light.

[0005] The scattered light generated in the sample which the end of the probe was made to approach when light is irradiated with a certain means is condensed in the condensing optical system which consisted of usual optical system using a lens etc. except the type which detects the light from a sample through opening of an opening mold while of these types.

[0006] using as a condenser lens what can be incorporated to the light which usually resembles [objective lens / of an optical microscope] condensing optical system comparatively since that angle of divergence is generally large, although this scattered light takes a pattern of a certain kind according to the shape of the construction material of a sample or detailed surface type, it spreads and it goes, and spreads greatly is performed.

[0007] moreover, the advantage which uses the objective lens of an optical microscope as a condenser lens is by branching an optical path and placing an image sensor to also boil comparatively also performing observation for sample positioning besides measurement, a check, etc., and also able to make it easy.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there are the following problems in SNOM which detects the scattered light of a from near the probe using the above usual optical system.

[0009] That is, for the existence of the control unit of a probe or a probe, if the so-called long

thing of an operating distance with a comparatively large distance to an objective lens and a sample is not used for the objective lens used as a condenser lens, it is that it is *****.

[0010] The objective lens which it is generally difficult for the objective lens with the condensing high effectiveness which incorporates dispersion of a big angle of divergence with big numerical aperture to use it since the operating distance is short, is comparatively alike, and has small numerical aperture will detect.

[0011] moreover — the constraint to the objective lens which the control unit of a probe or a probe is improved and is used was lost — also carrying out — the objective lens which places into atmospheric air and is observed cannot cover conic range extent in which the angle of divergence of the scattered light had an at most 120–140-degree vertical angle, and the light which spreads at the include angle beyond it cannot be caught.

[0012] Furthermore, the greater part of the quantity of light may spread into the part beyond the range which may change the incident angle when carrying out incidence of the light to the sample which the end of the probe was made to approach according to various conditions, and can be caught with an above-mentioned objective lens among the scattered lights in connection with it.

[0013] Moreover, even when the minute ball matter simple as a sample is considered as it explains to “the principle of optics” (Born.Wolf: bundle sea university publication) etc., by making construction material and magnitude into a parameter, scattered-light reinforcement has the maximal value in the specific direction, or has only the polarization component of one direction in the specific direction to it.

[0014] As for the scattered light of a from near [which was placed near the sample] the end of the probe, the reinforcement and the polarization component of the scattered light change with directions with the configuration and optical property of a probe and a sample so that this may show.

[0015] Therefore, although the difference in the property of a sample can be seen by measuring the scattered light to two or more specific directions, with the present technique, implementation is difficult.

[0016] This invention makes it the technical problem to improve the above-mentioned fault.

[0017] Namely, in order that this invention might be made in view of the above-mentioned situation and may solve the aforementioned problem While taking the configuration which enlarges numerical aperture in synthetic opening by using two or more condenser lenses as two or more condensing optical system in order to take sufficient numerical aperture for condensing optical system so that it can respond also to the scattered light which spreads at a big include angle When two or more scattered-light detection devices are connected to each of two or more condenser lenses and the output which compounded the output from these detection devices is required Even if it is using the condenser lens with comparatively small numerical aperture, it aims at offering the scanning contiguity field optical microscope which enabled it to detect the scattered light which spreads at a big include angle with a sufficient rate.

[0018] Moreover, it also aims measuring change of the direction of a peak of the scattered light by the difference in a sample at offering the scanning contiguity field optical microscope it was made to become possible by making it make the signal acquired with two or more condenser lenses output separately, turning an optical axis in the specific direction and installing each of a condenser lens in it.

[0019]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem according to this invention (1) A means irradiate light at a sample, a scan means make a probe approach a sample and scan, and the scattered light that generated by exposure condense, and the scanning contiguity field optical microscope characterized by to have two or more condensing optical system with a different optical axis and two or more scattered-light detection devices prepared in two or more of said condensing optical system, respectively is offered, respectively.,

[0020] Moreover, in order to solve the above-mentioned technical problem according to this invention (2) (1) characterized by said two or more condensing optical system having the

observation means further is provided with the scanning contiguity field optical microscope of a publication.,

[0021] Moreover, in order to solve the above-mentioned technical problem according to this invention (3) (2) characterized by establishing said two or more scattered-light detection devices and the device which changes said observation means is provided with the scanning contiguity field optical microscope of a publication.,

[0022]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, while explaining the feature about this invention, the gestalt of operation of this invention shall be explained with reference to an accompanying drawing.

[0023] In addition, it expresses that it is the element with an equivalent function which was used with the same sign in explanation of each drawing.

[0024] Hereafter, it explains, mentioning the gestalt of operation.

[0025] (Gestalt of the 1st operation) Drawing 1 shows the configuration about the scanning contiguity field optical microscope by the gestalt of the 1st operation of this invention.

[0026] First, the configuration and its actuation of the scanning contiguity field optical microscope by the gestalt of this 1st operation are explained.

[0027] Here, SNOM of a dispersion mold shall be explained.

[0028] In the scanning contiguity field optical microscope by the gestalt of this 1st operation, the probe position transducer 5 which used the principle of an optical lever for the position control of the end of the probe 2 is used.

[0029] This probe position transducer 5 detects the variation rate of the end of the probe 2, and based on that detecting signal, an actuator 4 is operated in the direction vertical to the field of a sample 3, and it is controlling by the controller 7 so that end-of-the-probe 2 and sample 3 front face maintains spacing of a fixed distance near enough.

[0030] In this case, with a shaker 6, a probe is vibrated up and down and spacing control can also be performed as ***** from which the amplitude of the end of the probe 2 changes in distance with the front face of a sample 2.

[0031] The method which an actuator 4 is operated and performs a raster scan to an abbreviation parallel direction to the front face of a sample 3 by the controller 7 is used for the scan.

[0032] The actuator 4 can be made of the piezo-electric element, and a sample 3 can be moved now in each direction of X-Y-Z by changing input voltage by the controller.

[0033] the exposure of the light to the end of the probe 2 — the light from the light sources 10, such as laser light, — the incident light study system 9 — it carries out by therefore making it irradiate.

[0034] The scattered light from the about two end of the probe which occurs by the exposure of this light is made to condense using a condenser lens 111.

[0035] By establishing a pinhole 131 in the condensing location of the scattered light, the light from other than the about two end of the probe is cut, and the optical noise from a perimeter is reduced.

[0036] The light which passed through the pinhole 131 is changed into an electrical signal by the optoelectric transducer 141.

[0037] After this electrical signal is processed by computer 16 while it was amplified by amplifier 151, it is displayed on a monitor 17 as a measurement result.

[0038] Since fluctuation arises in the amount of scattered lights etc. when the matter with which construction material differs is mixed with the sample 3, the existence can be expressed as the order of end-of-the-probe 2 path.

[0039] Two or more condenser lenses 111 and 112 are used, and although the scattered light of a from near [2] the probe is detected, after processing the output which became an electrical signal with optoelectric transducers 141 and 142 and amplifier 151 and 152 by computer 16, respectively, it images and expresses to it as the gestalt of this operation on a monitor 17.

[0040] Also making it display separately can double some outputs, and the detecting signal by each condenser lenses 111 and 112 can also make it display.

[0041] Numerical aperture is small, and if it is necessary to enlarge condensing effectiveness, the signal detected by its it of two condensing lenses 111 and 112 will be totaled, and it will be made to output in condenser lens 111 simple substance.

[0042] moreover, the configuration of a sample 3, change of construction material, etc. — a scattered-light pattern on the strength — changing — the maximal value — ** — when a direction changes, detection comes to be able to do the detecting signal of two condenser lenses 111 and 112 by displaying a display, or the difference and ratio of the signal independently

[0043] In addition, the condensing lenses 111 and 112 can be used also for sample observation of alignment etc., and it can observe now with the monitor 18 for observation by branching an optical path with half mirrors 191 and 192, and placing image sensors 81 and 82.

[0044] In this case, the mirror of working is placed instead of half mirrors 191 and 192, and an optoelectric transducer and an image sensor can be made to use exclusively by that change.

[0045] And in the simultaneous utilization by HAMIRA 191 and 192, measurement becomes possible, observing a sample.

[0046] Moreover, in order not to carry out the quantity of light by a half mirror etc. for 2 minutes, there are few losses of the amount of measuring beams, and when the amount of scattered lights is small, they are effective, although observation and measurement of a sample cannot be simultaneously performed in exclusion utilization with an optoelectric transducer and an image sensor.

[0047] (Gestalt of the 2nd operation) Drawing 2 shows the configuration about the scanning contiguity field optical microscope by the gestalt of the 2nd operation of this invention.

[0048] Next, the configuration and its actuation of the scanning contiguity field optical microscope by the gestalt of this 2nd operation are explained.

[0049] Here, SNOM of a dispersion mold shall be explained.

[0050] The scanning contiguity field optical microscope by the gestalt of this 2nd operation makes adjustable the inclination of the optical axis of condensing optical system.

[0051] A condenser lens 112 can be rotated now centering on end-of-the-probe 2 location, and changes the inclination for a sample, the measurement object, etc.

[0052] With the gestalt of this operation, incidence of the light condensed with condenser lenses 111 and 112 is carried out to the optoelectric transducers 141 and 142 currently installed in the location distant using optical fibers 201 and 202.

[0053] Under the present circumstances, the magnitude of the core diameter of optical fibers 201 and 202 is *(ing) the duty of pinholes 131 and 132.

[0054] By having separated optoelectric transducers 141 and 142 from condenser lenses 111 and 112, and having placed them, compared with the case where it unifies, it is made advantageous in respect of the structure of the rolling mechanism for changing an inclination, or an occupancy tooth space, and things can be carried out.

[0055] It also becomes possible by having separated optoelectric transducers 141 and 142 from condenser lenses 111 and 112 with optical fibers 201 and 202 to place equipment with large dimension of a spectroscope etc. and weight between optical fibers 201 and 202 and optoelectric transducers 141 and 142.

[0056] Since the inclination of the condensing optical system 111 and 112 is changed, when it is setting of the probe 1 before measurement, it can also be used being able to change an inclination.

[0057] In SNOM, since the condition of light scattering in the end of the probe 2 is the important point related to S/N and resolution of measurement, it is not well known by the observation from one direction in many cases.

[0058] Like the gestalt of this operation, when the optical axis of one condenser lens 111 is vertical, by making the inclination of the optical axis of another condenser lens 112 into a horizontally near include angle, and observing the about two end of the probe from a 2-way, about two-end of the probe dispersion condition is confirmed from a horizontal direction and a perpendicular direction, and it becomes easy to judge the quality of a probe 1 from this result.

[0059] Of course, it can also be said that only an observation device is connected for the

purpose of the object for observation of the end of the probe 2, and a condenser lens is placed.

[0060] in order to observe the end of the probe 2, it says from the dimension and condenser lenses 111 and 112 are optical — if resolution is not 1 micrometer or less, it is unclear clearly.

[0061] When the wavelength used for observation is considered to be about 0.5 micrometers, the formula of Rayleigh of resolution shows that it is not suitable for this object, if the numerical aperture of condenser lenses 111 and 112 is not 0.3 or more.

[0062] (Gestalt of the 3rd operation) Drawing 3 shows the configuration about the scanning contiguity field optical microscope by the gestalt of the 3rd operation of this invention.

[0063] Below, the configuration and its actuation of the scanning contiguity field optical microscope by the gestalt of this 3rd operation are explained.

[0064] Here, SNOM of a dispersion mold shall be explained.

[0065] The scanning contiguity field optical microscope by the gestalt of this 3rd operation irradiates the light from the light source 10 with two or more wavelength components to a sample 3, and detects the scattered light from the about two end of the probe.

[0066] In order to see the property of a sample 3, this is used in case it measures using the light and infrared light simultaneously.

[0067] If the wavelength of light differs greatly in case two or more light is used, change of the dispersion pattern of the scattered light will also be large, and the peak of the optical reinforcement by the dispersion direction will also shift.

[0068] Then, efficient measurement can be performed by setting the optical axis of each condenser lens 111 and 112 in the condensing effectiveness direction where effectiveness is the highest for every wavelength.

[0069] The wavelength on which the light condensed with condenser lenses 111 and 112 measures the strength of the light through the wavelength filters 211 and 212 is chosen.

[0070] Of course, numerical aperture of substantial condensing optical system can also be enlarged using two or more condenser lenses to one wavelength.

[0071] Moreover, a part for Mitsunari of the specific direction can also be measured among the scattered lights by replacing with the wavelength filters 211 and 212 and putting in a polarizing plate.

[0072] As mentioned above, various kinds of deformation and modification are possible for each configuration of the gestalt of the 1st explaining this invention thru/or the 3rd operation.

[0073] For example, the number of a condenser lens is not limited to two and can be increased for the utilization object.

[0074] Moreover, although the probe of a dispersion mold was used and the example of the probe position control by the optical-lever method explained with the gestalt of each operation, using other sensors, such as an optical interference, for the position control of a probe does not change a probe in essence as for a thing of an opening mold, either, but the same effectiveness is acquired.

[0075] And invention as shown as additional remark 1 thru/or additional remark 7 below besides claim 1 shown in the claim thru/or 3 is included in this description shown with a gestalt of operation which was mentioned above.

[0076] (Additional remark 1) Claim 1 characterized by the inclination of the optical axis of at least one condensing optical system being adjustable thru/or scanning contiguity field optical microscope given in 3.

[0077] (Additional remark 2) Claim 1 irradiating-sample characterized by light with two or more wavelength thru/or 3, and scanning contiguity field optical microscope given in additional remark 1.

[0078] (Additional remark 3) Claim 1 characterized by the numerical aperture of one condensing optical system being 0.3 or more at least thru/or 3, and scanning contiguity field optical microscope given in additional remark 1 and additional remark 2.

[0079] (Additional remark 4) A probe and the device which approaches a sample and arranges the head of said probe, The front face of said sample, the device in which an abbreviation parallel direction is made to scan said sample, and said sample and the device which controls the distance at the head of said probe, The light source and the exposure device which irradiates

said a part of sample which the head of said probe was made for the light from said light source to approach, The condensing optical system which condenses the scattered light produced by the exposure from said exposure device, The detection device which detected only the light of a from near the head of said probe, It is the so-called scanning contiguity field optical microscope with the device in which the signal detected according to said detection device is imaged, and the observation device in which said sample is observed. Said condensing optical system It is the scanning contiguity field optical microscope which had two or more condensing optical system with the optical axis of each other which is different from each other, and was characterized by connecting each condensing optical system to either [at least] said detection device or said observation device.

[0080] (Additional remark 5) The inclination of the optical axis of at least one condensing optical system is a scanning contiguity field optical microscope given in the additional remark 4 characterized by being adjustable.

[0081] (Additional remark 6) the wavelength of light irradiated to said sample — plurality — the additional remark 4 characterized by supposing that it is usable — or — alike — scanning contiguity field optical microscope of a publication.

[0082] (Additional remark 7) The numerical aperture of at least one condensing optical system is a scanning contiguity field optical microscope the additional remark 4 characterized by being 0.3 or more thru/or given in 6.

[0083]

[Effect of the Invention] Therefore, in order to take sufficient numerical aperture for condensing optical system according to this invention so that it can respond also to the scattered light which spreads at a big include angle as explained above, While taking the configuration which enlarges numerical aperture in synthetic opening by using two or more condenser lenses as two or more condensing optical system When two or more scattered-light detection devices are connected to each of two or more condenser lenses and the output which compounded the output from these detection devices is required Even if it is using the condenser lens with comparatively small numerical aperture, the scanning contiguity field optical microscope which enabled it to detect the scattered light which spreads at a big include angle with a sufficient rate can be offered.

[0084] Moreover, according to this invention, the scanning contiguity field optical microscope with which it was also made for it to become possible to measure change of the direction of a peak of the scattered light by the difference in a sample can also be offered by making it make the signal acquired with two or more condenser lenses output separately, turning an optical axis in the specific direction and installing each of a condenser lens in it.

[Translation done.]

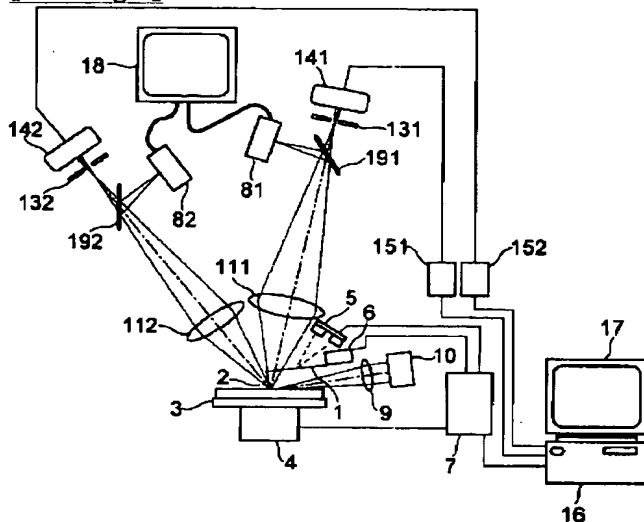
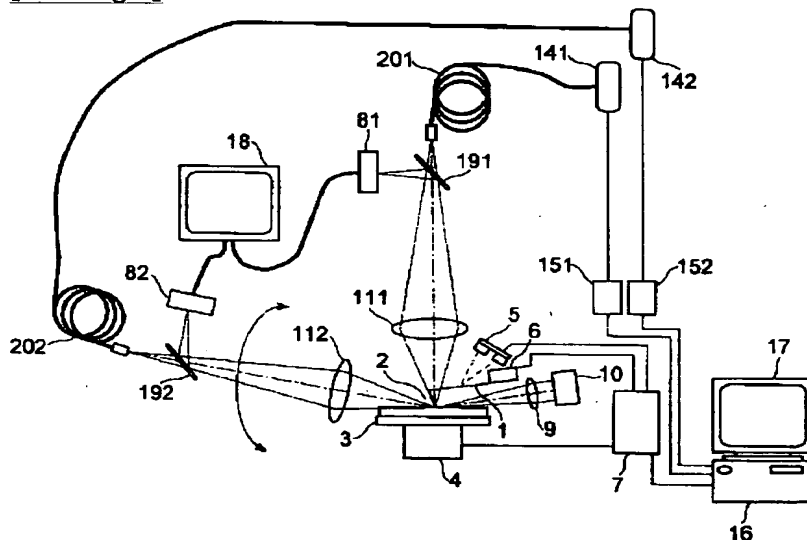
*** NOTICES ***

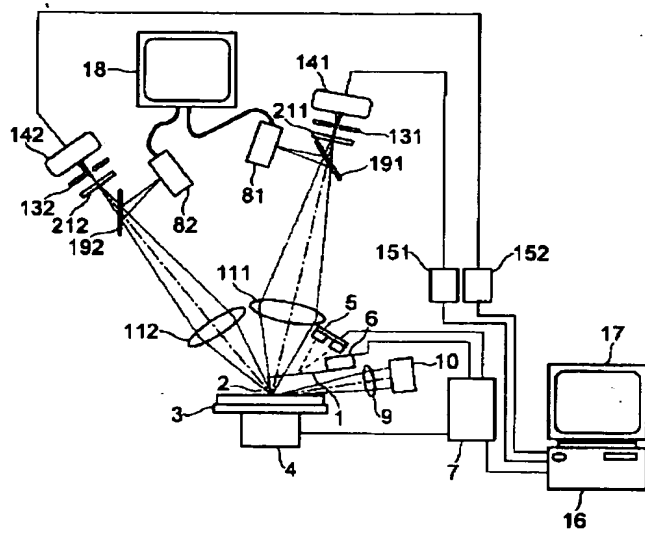
JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS**[Drawing 1]****[Drawing 2]****[Drawing 3]**



[Translation done.]